

Best Available Copy

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-035076

(43)Date of publication of application : 05.02.1992

(51)Int.Cl.

H01L 43/10

G11B 5/39

H01L 43/12

(21)Application number : 02-139979

(71)Applicant : F M C:KK

(22)Date of filing : 31.05.1990

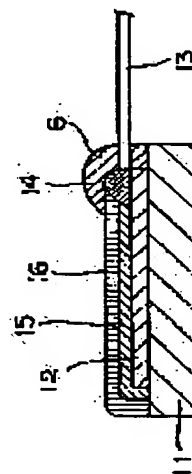
(72)Inventor : ISHIYAMA SATOOKA

(54) MAGNETORESISTANCE ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To make the title element excellent in moisture resistance and to prevent cracks and to thermal impact by heating a substrate with a ferromagnetic thin film and by overspreading the substrate with a first passivation film of silicon oxide and further with a second passivation film made of synthetic resin.

CONSTITUTION: A substrate 11 of glass or a ceramic such as alumina is overspread with a ferromagnetic thin film 12 made of Ni-Fe alloy or Co-Fe alloy. Here, the substrate 11 with the ferromagnetic thin film 12 is heated for 30-12min to desorb water molecules adsorbed by the surface of the ferromagnetic thin film 12. The next step is to overspread the ferromagnetic thin film 12 with a first passivation film 15 made of silicon oxide, which protects the ferromagnetic thin film. The further step is to overspread the first passivation layer 15 with a second passivation film 16 made of a synthetic resin such as polyimide resin such, epoxy resin, or polyamide resin. This design allows coating of microcracks and pin holes developed in the first protection film 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-35076

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)2月5日

H 01 L 43/10
G 11 B 5/39
H 01 L 43/12

6940-4M
7326-5D
6940-4M

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全5頁)

⑭ 発明の名称 磁気抵抗素子及びその製造方法

⑯ 特 願 平2-139979

⑰ 出 願 平2(1990)5月31日

⑱ 発 明 者 石 山 里 丘 東京都稲城市大丸2146番地

⑲ 出 願 人 株式会社エフ・エム・ 神奈川県川崎市高津区坂戸100-1
シー

⑳ 代 理 人 弁理士 津 国 肇 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

磁気抵抗素子及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板と、該基板上に形成された強磁性薄膜と、該強磁性薄膜上に形成されたケイ素酸化物(SiO_x 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$)からなる第一保護膜と、該第一保護膜上に形成された合成樹脂からなる第二保護膜とからなることを特徴とする磁気抵抗素子。

(2) 該合成樹脂がポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルアミド樹脂またはポリアミド樹脂である請求項1記載の磁気抵抗素子。

(3) 該第一保護膜の膜厚が、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ である請求項1記載の磁気抵抗素子。

(4) 該第二保護膜の膜厚が、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ である請求項1記載の磁気抵抗素子。

(5) 強磁性薄膜が形成された基板を真空中で $150 \sim 350^\circ\text{C}$ で加熱する第一工程と、該基板の該強磁性薄膜の上にケイ素酸化物(SiO_x 、

ただし $0.5 \leq x \leq 2$)の第一保護膜を形成する第二工程と、該第一保護膜上に合成樹脂からなる第二保護膜を形成する第三工程とからなることを特徴とする磁気抵抗素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、磁気抵抗素子及びその製造方法に関し、更に詳しくは、磁気エンコーダ用の保護膜で被覆された磁気抵抗素子及びその製造方法に関する。

(従来の技術)

従来、磁気抵抗素子は、第2図に示される構造になっている。すなわち、ガラス、アルミナなどのセラミックスなどの基板上に、 $\text{Ni}-\text{Fe}$ 合金、 $\text{Ni}-\text{Co}$ 合金などからなる強磁性薄膜2が形成され、その強磁性薄膜2の上に保護膜3が形成されている。保護膜3としては、ケイ素酸化物をCVD法、スパッタリングなどによって形成された $10 \sim 30 \mu\text{m}$ の膜厚のケイ素酸化物層、あるいは、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂またはポ

リアミド樹脂などの非透水性樹脂からなる膜厚 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ の薄膜が一般に広く用いられている。そして強磁性薄膜 2 の端部には、半田 4 によりリード線 5 が接続され、半田 4 による取付部は樹脂 6 で被覆されている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、ケイ素酸化物からなる保護膜 3 には、微細なクラックやピンホールが存在するため、これらのクラックやピンホールを通して水分が侵入し、Ni-Cu 合金などからなる強磁性薄膜 2 が腐食されるという問題があった。このため従来では保護膜 3 の膜厚を $10 \sim 30 \mu\text{m}$ に厚くして微細なクラックやピンホールを減少させて耐湿性を向上させることが行われているが、クラックやピンホールを完全になくすことはできず依然として水分により強磁性薄膜 2 が腐食されるという問題があった。

また、保護膜 3 の膜厚を厚くすることは、強磁性薄膜 2 と検知しようとする発磁体との距離が広がることになり、検出出力が低下したり、金属か

らなる強磁性薄膜 2 とセラミックスからなる基板 1 や保護膜 3 とは熱膨張率が大きく異なるので熱衝撃により基板や保護膜 3 にクラックが発生し易くなるなどの問題もあった。

また、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂またはポリアミド樹脂などの非透水性樹脂からなる保護膜 3 を強磁性薄膜 2 上に形成させる場合には、大気中で樹脂を塗布するため、強磁性薄膜 2 上に吸着した水分子が樹脂により封入され、その水分子によりまたは樹脂中に微量含まれる水により、強磁性薄膜 2 が腐食されるという問題があった。

本発明は、上記問題点を解決し、耐湿性に優れ、保護膜の膜厚を薄くすることによって検出力を増大し、熱衝撃によるクラックが発生しない磁気抵抗素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明の磁気抵抗素子は、基板と、該基板上に形成された強磁性薄膜と、該強磁性薄膜上に形成されたケイ素酸化物 (SiO_2 、ただし $0.5 \leq$

$x \leq 2$) からなる第一保護膜と、該第一保護膜上に形成された合成樹脂からなる第二保護膜とからなることを特徴とする。

本発明の磁気抵抗素子の製造方法は、強磁性薄膜が形成された基板を真空中で $150 \sim 350^\circ\text{C}$ で加熱する第一工程と、該基板の該強磁性薄膜の上にケイ素酸化物 (SiO_2 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$) の第一保護膜を形成する第二工程と、該第一保護膜上に合成樹脂からなる第二保護膜を形成する第三工程とからなることを特徴とする。

本発明の磁気抵抗素子を第 1 図に基づいて説明する。ガラス、アルミナなどのセラミックスなどからなる基板 11 上に、Ni-Fe 合金、Co-Fe 合金などからなる強磁性薄膜 12 が形成されている。強磁性薄膜 12 の端部には、半田 14 によりリード線 13 が接続され、半田 14 による取付部は、樹脂で被覆されている。強磁性薄膜 12 の上には、ケイ素酸化物 (SiO_2 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$) からなる第一保護膜 15 が形成され、強磁性薄膜 12 を保護する。x が

0.5 より小さい場合には導電性を有するのでよくなり、2 より大きい場合には酸素過剰となり好ましくない。好ましくは $0.8 \leq x \leq 1.5$ である。

また、第一保護膜 15 の膜厚としては $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。膜厚が $0.1 \mu\text{m}$ より薄い場合には薄すぎて水分子が自由に透過するようになり、 $10 \mu\text{m}$ より厚い場合には強磁性薄膜 12 と発磁体との距離が大きくなるからである。更に好ましくは $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ である。

また第一保護膜 15 の上には、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルアミド樹脂またはナイロンなどのポリアミド樹脂等の合成樹脂からなる第二保護膜 16 が形成され、第一保護膜 15 に生じた微細なクラックやピンホールを被覆する。第二保護膜 16 の膜厚は $1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。膜厚が $1 \mu\text{m}$ より薄い場合には耐水性が悪くなり、 $10 \mu\text{m}$ より厚い場合には強磁性薄膜 12 と発磁体との距離が大きくなるからである。更に好ましくは $1.5 \sim 5 \mu\text{m}$ である。

本発明の磁気抵抗素子は、次のようにして製造される。第一工程として、先ず、強磁性薄膜12が形成された基板を、真空中において150~350℃で30~120分間加熱して強磁性薄膜12の表面に吸着している水分子を脱着させる。次に、第二工程として、基板11にCVD法あるいはスパッタリングにより、強磁性薄膜12上にケイ素酸化物(SiO_x 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$)からなる膜厚0.1~10 μm の第一保護膜15を形成する。

CVD法によるケイ素酸化物(SiO_x 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$)からなる第一保護膜15の製造は、第一工程により得られた基板11を反応炉中に載置し、ここに原料ガスとしてシラン(SiH_4)と酸素(O_2)の混合ガス及びアルゴン(Ar)などのキャリアガスを流し、反応させればよい。

スパッタリングによるケイ素酸化物(SiO_x 、ただし $0.5 \leq x \leq 2$)からなる第一保護膜15の製造は、第一工程により得られた基板

7

また、ポリイミド、エポキシ樹脂、ポリエーテルアミド樹脂またはポリアミド樹脂などの非透水性樹脂からなる第二保護膜16を第一保護膜15上に形成したので、第一保護膜15の微細なクラックやピンホールを被覆できるので、大気中の水分子がクラックやピンホールを通して侵入することなく、強磁性薄膜12が腐食されることはない。また、樹脂中に含まれる微量の水分により強磁性薄膜12が腐食されることはない。

また、第一保護膜15の膜厚と第二保護膜16の膜厚を従来の磁気抵抗素子の保護膜の膜厚をより薄くしても従来以上の耐湿性が得られるので、強磁性薄膜12と検知しようとする免磁体との距離が短くなり、大きな検出出力が得られるようになる。

更に、 SiO_x からなる第一保護膜15を薄くし、その外側に樹脂からなる第二保護膜16を形成させることにより熱衝撃により発生する熱応力を緩和し、基板11や第一保護膜15のクラック発生を防止できる。

9

11と蒸着原材料としてケイ素酸化物(SiO_x 、ただし $0.9 < x < 1.1$)を容器内の所定位置に載置した後、 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-7}$ Torrの圧力まで排気し、スパッタリングを行えばよい。スパッタ電圧は500~3000V、スパッタ電流は50~300mA、時間は0.1~2hrである。

次に、第三工程として、第二工程により得られた第一保護膜15上にポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエーテルアミド樹脂またはナイロンなどのポリアミド樹脂等の非透水性樹脂からなる膜厚1~10 μm の第二保護膜16を均一に塗布または、薄膜を接着することにより形成すればよい。

(作用)

第一工程において、強磁性薄膜12が形成された基板11を加熱することにより、強磁性薄膜12上に吸着した水分子を脱着させることで、従来の強磁性薄膜12上に吸着された水分による強磁性薄膜12の腐食が防止できる。

8

(実施例)

実施例1

膜厚が0.1 μm のNi87重量%、Fe13重量%からなるNi-Fe合金からなる強磁性薄膜が形成されたガラスからなる基板を反応容器に入れ、 1×10^{-4} Torrの圧力下で、300℃で60分間加熱して加熱処理を行なった。

次に、反応容器中に SiH_4 と O_2 の混合ガスとキャリアガスとして Ar を送り込み、250℃、圧力 1×10^{-4} atmで1時間反応を行なわせ、強磁性薄膜層上に膜厚1 μm の SiO_x からなる第一保護膜をCVD法で形成した。

次に、第一保護膜が形成された基板を反応容器から取出し、ポリエーテルアミド樹脂(日立化成工業製、商品名HIMAL HL-1210)を厚さ2 μm に塗布し、180℃、1時間で硬化させた。

上記方法により得られた磁気抵抗素子を3個用意し、80℃、相対湿度80%で耐湿性試験をしたところ、強磁性薄膜層が腐食されたものは0個

10

であった。また、得られた磁気抵抗素子を磁気エンコーダとして使用したところ、検出出力は56mVであった。

更に、得られた磁気抵抗素子3個を用意し、150℃の恒温槽から室温に引き出して熱衝撃を加えたところ、クラックが生じたものは0個であった。

また、得られた磁気抵抗素子3を2000時間放置し、基板上に吸着されていた水分や樹脂中の水分による強磁性薄膜層の腐食の有無を試験したところ、強磁性薄膜層が腐食されたものは0個であった。

実施例2

第一保護膜をCVD法の代わりに、ケイ素酸化物(SiO)をターゲットとして、圧力 1×10^{-2} Torr、電圧2500V、電流150mA、時間1時間でスパッタリングをして0.5μmのSiOからなる第一保護膜を形成したことを除いては、実施例1と同様にして磁気抵抗素子を製造した。

1 1

検出出力は53mVであった。

(比較例2)

加熱処理を行わずに、実施例1で使用した基板上に、ポリエーテルアミド樹脂(日立化成工業製、商品名HIMAL HL-1210)を塗布し、硬化させて2μmの保護膜を形成した。

得られた磁気抵抗素子を実施例1と同様にして耐湿性試験をしたところ、強磁性薄膜層が腐食されたのは1個であった。また、得られた磁気抵抗素子を磁気エンコーダとして使用したところ、検出出力は59mVであった。

(比較例3)

実施例1で使用した基板上に、ケイ素酸化物(SiO)をターゲットとして圧力 1×10^{-2} Torr、電圧2500V、時間2時間でスパッタリングをして15μmのSiOからなる保護膜を形成した。

得られた磁気抵抗素子を実施例1と同様にして試験したところ、耐湿性試験で強磁性薄膜層が腐食されたものは3個中2個であった。熱衝撃によ

1 3

得られた磁気抵抗素子を実施例1と同様にして試験したところ、耐湿性試験で強磁性薄膜層が腐食されたものは3個中0個であった。熱衝撃を加えて、クラックが生じたものは、3個中0個であった。検出出力は63mVであった。

また、得られた磁気抵抗素子の、基板上に吸着されていた水分や樹脂中の水分による強磁性薄膜層の腐食の有無を実施例1と同様にして試験したところ、強磁性薄膜層が腐食されたものは3個中0個であった。

(比較例1)

実施例1で使用した基板上に、SiO₂とO₂の混合ガスとArのキャリアガスを反応容器に送り込み、温度250℃、圧力 1×10^{-2} atmで1時間反応させて強磁性薄膜層上に膜厚1μmのSiOからなる保護膜をCVD法で形成した。

得られた磁気抵抗素子を実施例1と同様にして耐湿性試験をしたところ、強磁性薄膜層が腐食されたものは3個中3個であった。熱衝撃を加えてクラックが生じたものは、3個中2個であった。

1 2

りクラックが生じたものは3個中3個であった。

検出出力は20mVであった。

(比較例4)

加熱処理を施さない実施例1の基板上にポリエーテルアミド樹脂(日立化成工業製、HIMAL HL-1210)を塗布し、硬化させて5μmの保護膜を形成した。

また得られた磁気抵抗素子の、基板上に吸着されていた水分や樹脂中の水分による強磁性薄膜層の腐食の有無を実施例1と同様にして試験したところ、強磁性薄膜層が腐食されたものは3個中3個であった。

(発明の効果)

以上の説明で明かなように、本発明の磁気抵抗素子は耐湿性に優れ、また保護膜の膜厚を薄くすることができるので強磁性薄膜層と発磁体との距離が短くなり、したがって検出出力が増大する。更にケイ素酸化物からなる第一保護膜を薄くし、その上に樹脂からなる第二保護膜を形成したので、熱衝撃によって生じる熱応力を緩和するこ

1 4

とができる。したがって基板や第一保護膜にクラックが発生しにくくなった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、従来の磁気抵抗素子の断面図、第

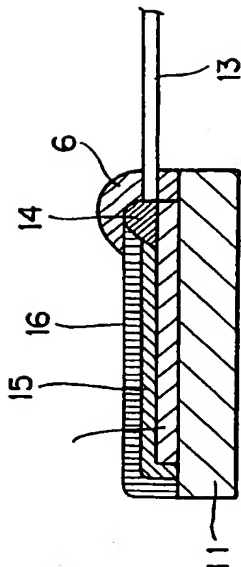
2図は本発明の磁気抵抗素子の断面図である。

1. 11…基板、2. 12…強磁性薄膜層、

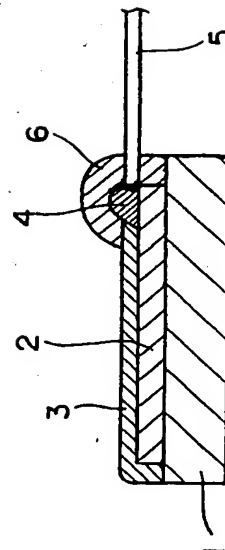
3…保護膜、4. 14…半田、

5. 13…リード線、6…樹脂

15…第一保護膜、16…第二保護膜



第 1 図



第 2 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)